

Les effets des stores intérieurs réfléchissants sur la consommation d'énergie pour la climatisation aux installations de recherche du CCTR

INTRODUCTION

Des expériences réalisées sur les stores des deux maisons de recherche du Centre canadien des technologies résidentielles¹ (CCTR) ont révélé que les stores extérieurs opaques constituent un excellent moyen de réduire les charges de refroidissement imposées au climatiseur. Cependant, des essais semblables effectués à l'aide de stores vénitiens intérieurs ont montré que seulement de faibles économies quotidiennes (<1 %) en consommation d'énergie pour la climatisation pouvaient être obtenues lors des jours les plus clairs. Malheureusement, les dispositifs d'ombrage extérieurs ne sont pas toujours envisageables en raison de la configuration des lieux : les résidents ne peuvent atteindre facilement l'extérieur des fenêtres fixes des étages supérieurs des immeubles d'appartements ou des maisons pour y installer des stores temporaires durant les mois d'été. Le coût peut aussi devenir un facteur limitatif : il est en effet difficile de justifier les dépenses pour un dispositif d'ombrage extérieur complexe lorsque la saison chaude est très courte dans certaines régions du Canada. Pour ces motifs, la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) est intéressée à découvrir des moyens simples et bon marché de réduire les charges de climatisation à partir de l'intérieur de la maison.

Le but de cette étude était d'évaluer la possibilité d'avoir recours à des stores intérieurs réfléchissants pour réduire les charges sur le climatiseur, tout en observant les effets des stores sur la température des fenêtres. On espérait que ce dispositif permettrait d'abaisser considérablement la consommation d'énergie pour la climatisation, de générer des économies d'énergie pour les consommateurs et d'aider à réduire la demande de pointe en services publics pendant la saison de climatisation.

PROGRAMME DE RECHERCHE

L'évaluation des stores réfléchissants a été effectuée aux deux maisons de recherche du CCTR à Ottawa, au Canada, à l'été 2005. Depuis 1988, les maisons jumelles ont accueilli de nombreuses comparaisons parallèles de technologies d'économie d'énergie. La nature unique de cette installation permet aux chercheurs de ne pas évaluer que les économies d'énergie, mais aussi les effets sur l'ensemble des maisons, notamment la température et l'humidité. Les maisons sont munies de plus de 250 capteurs et d'un système de contrôle des données en continu.

CONTEXTE ET MÉTHODE

Technologie des stores

Le prototype des stores réfléchissants a été conçu par la SCHL et réalisé avec des matériaux disponibles dans une quincaillerie. Le store lui-même était fabriqué à partir d'un produit isolant réflecteur : une double épaisseur d'un film à bulles d'air en polyéthylène de 8 mm insérée entre deux épaisseurs de papier d'aluminium à 99,9 %. Le film à bulles d'air recouvert de papier d'aluminium a été monté dans un cadre pour moustiquaire ordinaire, taillé pour s'ajuster à la fenêtre. Un espace d'un pouce a été laissé aux parties supérieure et inférieure de la moustiquaire, entre le papier d'aluminium et le cadre, afin de favoriser la circulation d'air entre la moustiquaire et la fenêtre, d'empêcher les températures de la fenêtre de dépasser les niveaux de sécurité et d'assurer une distribution uniforme des températures (voir la figure 1).

¹ Le Centre canadien des technologies résidentielles est dirigé conjointement par le Conseil national de recherches, Ressources naturelles Canada et la Société canadienne d'hypothèques et de logement. Ce centre de recherche et de démonstration se compose de deux maisons R-2000 identiques dotées d'une batterie d'instruments. On y simule l'occupation humaine pour évaluer le rendement des nouvelles technologies dans l'ensemble des maisons grâce à des tests parallèles. Pour obtenir de plus amples renseignements sur les installations du CCTR, veuillez consulter le site Web <http://www.ccht-cctr.gc.ca>



Figure 1 Trois stores réfléchissants montés à l'intérieur d'une fenêtre orientée au sud



Figure 2 Store témoin – Store vénitien abaissé avec les lames à l'horizontal

Évaluation

Les deux maisons du CCTR comportent des fenêtres à lame d'argon avec enduit à faible émissivité sur la paroi n° 3. Des climatiseurs d'air à rendement élevé présentant un taux de rendement énergétique saisonnier (TRES) de 12 servent à la climatisation, alors que les ventilateurs des générateurs de chaleur classiques font circuler l'air de façon continue. Afin de déterminer les répercussions d'une technologie donnée, les deux maisons du CCTR sont d'abord étalonnées suivant des conditions identiques, puis un seul élément est modifié dans la maison « d'essai ». Dans des conditions normalisées, les stores vénitiens des deux maisons ont été maintenus en position abaissée, les lames à l'horizontal (figure 2). Au cours de l'expérience, les stores réfléchissants ont été installés à l'intérieur de neuf fenêtres orientées au sud et d'une fenêtre donnant sur l'ouest de la maison d'essai du CCTR (voir la figure 3). Les stores ont été montés (dans la mesure du possible) dans la position normale d'une moustiquaire latérale intérieure ou de 1 à 2 po de la surface intérieure de la fenêtre.

Au total, les stores couvraient une aire de vitrage de 9,4 m² du côté sud et de 1,3 m² du côté ouest.

Deux différentes stratégies d'ombrage ont été évaluées :

- Ombrage de 24 heures : les stores sont laissés en place continuellement.
- Ombrage de 9 h à 17 h : les stores sont installés à 9 h et retirés à 17 h.

La stratégie d'ombrage de 24 heures a été évaluée sur une période de 11 jours, alors que la stratégie d'ombrage de 9 h à 17 h l'a été sur une période de 7 jours.

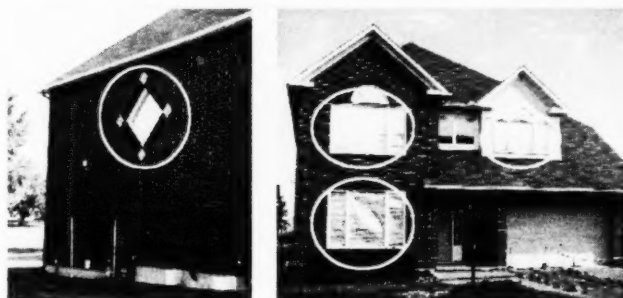


Figure 3 Fenêtres voilées pendant l'expérience, côté ouest (à gauche) et côté sud (à droite)

RÉSULTATS

Économies d'énergie

Les deux stratégies d'ombrage (celle de 24 heures et celle de 9 h à 17 h) ont généré des économies d'énergie quotidiennes importantes pour la climatisation (consommation d'électricité du climatiseur et du ventilateur de circulation d'air). Les économies maximales ont été réalisées lors des jours où les gains solaires étaient les plus élevés, lorsque les stores ont été le plus efficaces pour réduire la pénétration de l'énergie solaire par les fenêtres.

Au cours de leurs périodes d'essai respectives, la stratégie d'ombrage de 24 heures a généré des économies d'énergie pour la climatisation de l'ordre de 4,60 kWh lors des journées les plus ensoleillées (13 % de la consommation quotidienne prévue pour la climatisation sans stores pendant ces journées, soit 34,2 kWh), alors que la stratégie de 9 h à 17 h a généré des économies de 3,73 kWh (11 % de la consommation quotidienne prévue pour la climatisation sans stores pendant ces journées, soit 34,39 kWh). Pour établir les économies saisonnières, les données ont été extrapolées pour la saison entière de climatisation de 2005, une saison qui s'est avérée très chaude pour Ottawa, puisqu'elle a connu un total de 460 degrés-jours de climatisation au-dessus de 18 °C. Les calculs ont révélé que la stratégie d'ombrage de 24 h devrait générer des économies saisonnières d'environ 9,9 % en consommation d'énergie pour la climatisation pour la maison d'essai du CCTR, alors que la stratégie d'ombrage de 9 h à 17 h devrait générer des économies légèrement inférieures, s'établissant à 9,0 %. La différence entre les économies

saisonnières est attribuable en partie au voilage de la fenêtre ouest. Dans la stratégie de 9 h à 17 h, tous les stores de la maison sont enlevés à 17 h. Dans la stratégie de 24 h, le store de la fenêtre du côté ouest demeure en place, protégeant la maison contre les gains solaires de la soirée.

Comme prévu, la majeure partie des économies d'énergie est réalisée entre 9 h et 17 h. Pendant la période de 9 h à 17 h lors des jours où les gains solaires sont le plus élevés, les stores ont réduit la consommation d'énergie pour la climatisation jusqu'à 29 % pour la stratégie de 24 h et jusqu'à 27 % pour celle de 9 h à 17 h. Ces résultats n'avantagent pas uniquement les consommateurs, mais également les fournisseurs de services publics. Les économies les plus importantes obtenues grâce à ces dispositifs seraient réalisées lors des heures les plus ensoleillées de l'été, moment où les services doivent faire face aux demandes de pointe estivales.

Températures des fenêtres

L'expérience pratique indique que même si le verre et les produits de scellement peuvent résister à des températures élevées, les limites de température pour les vitrages sont définies par la différence de température entre le centre et le bord du verre. Lorsque le bord du verre est plus froid que le centre, des contraintes thermiques de traction se produisent et peuvent provoquer un bris. Plus la différence est élevée, plus la tension exercée dans le vitrage est élevée. Les fissures dans les fenêtres commencent généralement en raison d'un défaut survenu sur le bord du vitrage lors de la fabrication. Le cycle thermique menant à des températures élevées favorise l'apparition de dommages et leur propagation. C'est pourquoi, la différence de température entre le centre et le bord doit être inférieure à 30 °C afin d'éviter les risques de fissures, particulièrement si la coupe des bords est de qualité médiocre.

Tant au cours de l'expérience qu'avant, les températures de surface des fenêtres ont été mesurées au bord et au centre de la vitre intérieure. Dans des conditions de fonctionnement normales, la température de surface des fenêtres atteignait 45 °C et la différence de température entre le centre et le bord était inférieure à 5 °C. Lorsque les fenêtres étaient recouvertes de stores réfléchissants, les températures de surface au centre de la fenêtre dépassaient les conditions normales par plus de 30 °C, pour atteindre un maximum de 68,7 °C le jour le plus ensoleillé (voir la figure 4). De plus, la différence de température entre le centre et le bord du verre frôlait la limite de 30 °C. Même si aucun dommage n'a été observé pendant l'expérience, l'utilisation de stores réfléchissants avec des fenêtres à lame d'argon comportant une couche à faible émissivité sur la paroi n° 3 (la surface extérieure du vitrage intérieur) a contribué à faire augmenter les contraintes thermiques aux limites de tenue normales de la fenêtre et pourraient provoquer un bris.

Sans l'espace d'air ménagé entre le store et la fenêtre pour permettre à l'air de circuler, les températures de surface de la fenêtre ont monté en flèche pour atteindre 80 °C à 11 h, moment où les stores ont été enlevés afin d'éviter d'endommager le vitrage.

Maisons de recherche du CCTR
Température de la surface intérieure de la fenêtre

25 août 2005

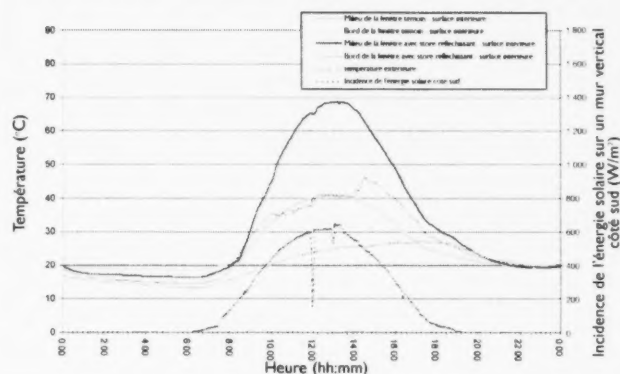


Figure 4 Températures de la surface intérieure de la fenêtre

LIMITES DE L'ÉTUDE

Les économies réalisées grâce aux stores varieront en fonction des maisons, des types de fenêtres et des installations mécaniques. Il faut donc faire preuve de prudence dans l'application des résultats à d'autres maisons, en raison de certains attributs des installations du CCTR. Voici quelques principes qu'il faudra prendre en considération :

- Les maisons du CCTR sont construites afin de maximiser l'exposition au sud des fenêtres et, par le fait même, les gains solaires. Cette orientation permet de réduire la charge de chauffage en hiver, mais elle contribue également à l'augmentation des besoins en climatisation durant l'été. Parce que l'apport considérable de gains solaires a une incidence sur la charge de climatisation estivale, les stores offrent des avantages importants. On pourrait s'attendre à ce que les stores offrent des avantages moins marqués dans les maisons ayant une moins grande aire de vitrage du côté sud.
- Les fenêtres des maisons de recherche du CCTR sont toutes à double vitrage, à lame d'argon et à couche à faible émissivité sur la paroi n° 3. Le rayonnement solaire chauffe le vitrage intérieur de la fenêtre (comportant la couche à faible émissivité), ce qui provoque l'élévation des températures de surface. Cette chaleur est emprisonnée, étant donné que les stores intérieurs empêchent le rayonnement de se répandre dans la maison et le réfléchissent vers la fenêtre. L'argon empêche le transfert de la chaleur vers l'extérieur par la fenêtre. Cette configuration contribue à l'augmentation des températures entre le store et la surface de la fenêtre, se rapprochant ainsi des limites d'une tenue en service sûre. Avec d'autres fenêtres, on peut s'attendre à des résultats différents quant aux températures et aux économies d'énergie. Par exemple, une fenêtre à lame d'air conduirait la chaleur plus facilement, permettant ainsi à la chaleur de s'échapper vers l'extérieur; la surface intérieure d'une fenêtre sans couche métallique devrait demeurer plus froide. D'autres évaluations devront être réalisées afin d'examiner l'usage de ces stores avec d'autres types de fenêtres.

- Les maisons du CCTR sont construites selon les normes R-2000; par conséquent, elles sont mieux protégées contre les gains et les pertes de chaleur que les maisons plus vieilles. Dans les anciennes constructions moins isolées et moins étanches, les gains de chaleur solaire générés par les fenêtres peuvent être moins importants lorsqu'on les compare aux gains de chaleur provenant des températures extérieures.
- Les maisons du CCTR ne sont pas meublées. Sans meubles, les maisons contiennent une masse thermique inférieure à celle d'une maison ordinaire inhabitée. Ainsi, les maisons réagiraient plus rapidement aux changements de température et conserveraient moins de chaleur produite durant la journée.
- Les maisons du CCTR ont été climatisées pendant toute la saison de climatisation. Dans la vraie vie, selon toute vraisemblance, un propriétaire arrêterait le climatiseur à l'occasion pour ouvrir les fenêtres lors des nuits ou des jours plus frais. Pour cette raison, les économies saisonnières projetées dans le cadre de cette étude pourraient être plus élevées que celles anticipées en pratique.
- Les économies sont calculées lorsque les stores sont en place 24 heures par jour ou de 9 h à 17 h chaque jour pendant toute la saison de climatisation. On peut s'attendre à des économies saisonnières moindres si les stores sont en place pendant des périodes plus courtes.

CONCLUSIONS/CONSÉQUENCES POUR LE SECTEUR DE L'HABITATION

Les stores réfléchissants se sont révélés efficaces pour réduire la consommation d'énergie de climatisation d'environ 9 % durant toute la saison chaude. Cependant, on ne peut recommander en toute sécurité l'utilisation, comme store, de ce produit de protection contre le rayonnement avec des fenêtres à lame d'argon comportant une couche à faible émissivité sur la paroi n° 3 en raison des températures à la surface des fenêtres qu'il entraîne.

On peut obtenir un rapport complet sur cette étude auprès du Centre canadien des technologies résidentielles.

Chercheuse principale : Marianne Manning
Conseil national de recherches du Canada

Superviseur du projet : Mike Swinton
Conseil national de recherches du Canada

Représentant de la SCHL siégeant au Comité de recherche technique du CCTR : Ken Ruest

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la *Loi nationale sur l'habitation*, le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets *Le Point en recherche* et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7
Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

©2007, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL

14-03-07

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.